



Комплексная концепция виртуального ортогнатического планирования у пациентов, впервые проходящих хирургическое вмешательство

Матчанов Бобур Бахтиёр углы

Ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Ташкентской медицинской академии.

boburmatchonov5@gmail.com

Abstract

To date, the problem of traumatic injuries of the middle The "surgery first" concept is becoming increasingly popular in orthognathic surgery as it offers major benefits such as reduced treatment duration and increased patient satisfaction by eliminating preoperative orthodontic decompensation phases. Here, we present a new interdisciplinary pathway for fully virtual orthodontic surgical planning in the surgical setting using a 3D-printed cutting template and a customized maxillary implant for Le Fort I osteotomy, as well as a CAD/CAM-based definitive stereolithography splint. Patient data obtained from cranial cone beam computed tomography and full dental scans were processed using OnyxCeph3TM software (Image Instruments). The orthodontist and oral surgeon performed a joint computerized surgical simulation to determine three-dimensional movements of the maxilla and mandible. In a separate virtual planning session, the surgeon developed a customized maxillary template and implant for precise intraoperative transfer (Geomagic Freeform Plus software, 3DSystems). The final 3D printed CAD/CAM splint was fabricated by the orthodontist and used to accurately reduce the mandible.

Ключевые слова: CAD/CAM; Компьютерное хирургическое моделирование; Индивидуальный имплантат; Ортогнатическая хирургия; Подход, ориентированный на хирургию

1. ВВЕДЕНИЕ

Подход «сначала хирургия» (ПСХ) в ортогнатической хирургии применяется все чаще, поскольку он предлагает значительные преимущества в отношении эстетики, окклюзии и продолжительности лечения по сравнению с традиционным подходом «сначала ортодонтия» (ПСО) в самом начале терапии, а не ухудшения эстетики лица во время декомпенсации, как в ПСО [1,2].

Это может привести к повышению удовлетворенности пациентов за счёт устранения дооперационной фазы ортодонтической декомпенсации, которая часто сопровождается постепенным ухудшением эстетики лица и нарушением прикуса [3]. В последовательности операций в первую очередь можно предотвратить дисбаланс мягких тканей, возникающий в результате декомпенсации зубов [4]. Ортогнатическая хирургия приводит к правильному скелетному взаимодействию в сочетании с «переходной» аномалией прикуса, которая преобразуется в твёрдую окончательную окклюзию с помощью послеоперационной ортодонтии [1]. Сегментарные остеотомии верхней и нижней челюсти могут способствовать переходу от неправильного прикуса к стабильной окончательной окклюзии [4].

Послеоперационные ортодонтические движения облегчаются на основе «феномена регионального ускорения» (ФРУ) [5]. Кроме того, межзубные остеотомии могут привести к повышенному обороту кости, что, как постулируется, способствует распространению движений зубов и сокращению общего времени лечения [6]. Было показано, что компьютерное хирургическое моделирование и хирургический перенос с помощью индивидуальных шаблонов и имплантатов обеспечивает точное планирование и инструменты переноса [7].



Здесь мы представляем новый междисциплинарный, полностью виртуальный путь хирургического ортодонтического лечения в хирургическом подходе с использованием шаблона, имплантата и шины на основе CAD/CAM.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Виртуальное хирургическое планирование

При подходе, ориентированном на хирургию, ортогнатическая операция выполнялась теми же двумя хирургами в отделении челюстно-лицевой хирургии, а ортодонтическое лечение проводилось в частной ортодонтической клинике.

Для подготовки к компьютерному хирургическому моделированию был использован набор данных конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) (ProMax 3D Mid, Planmeca) лицевого скелета в формате файла DICOM и данные STL интраорального сканирования верхней и нижней зубных дуг. (TRIOS Color Pod, 3Shape) были объединены с программным обеспечением для планирования (OnyxCeph3TM, Image Instruments) для создания дополненной виртуальной модели. Каждому пациенту проводили подробное индивидуальное клиническое обследование и цефалометрическую оценку.

Виртуальная модель была сегментирована для подготовки к виртуальному планированию лечения. Ортодонт и хирург провели совместное компьютерное хирургическое планирование для определения трехмерных движений верхней и нижней челюсти. На этом онлайн-сеансе планирования ортодонт демонстрировал свой экран с помощью программного обеспечения для видеоконференций и выполнял согласованные движения. Для каждого пациента была проведена индивидуальная хирургическая симуляция на основе цефалометрического анализа для достижения скелетного соотношения I класса с учетом будущих ортодонтических движений и установления желаемой эстетики лица (рис. 1). Впоследствии преобразование хирургической «переходной» окклюзии в окончательную постортодонтическую окклюзию путем декомпенсации зубов и координации дуги было виртуально смоделировано и оценено на предмет осуществимости (рис. 2).

Послеоперационное скелетное положение верхней челюсти было экспортировано в виде файла STL и передано в Geomagic Freeform Plus (3D Systems) для дальнейшей цифровой обработки следующим образом.

Хирургический перенос

В программе Freeform корни зубов были сегментированы на расширенной модели скелета средней зоны лица для подготовки к последующему процессу виртуального проектирования. Хирургический шаблон CAD/CAM и индивидуальный титановый имплантат (рис. 3) затем были виртуально спроектированы в Freeform и изготовлены для каждого пациента для точного интраоперационного переноса хирургического плана (KLS Martin).

Для позиционирования нижней челюсти была изготовлена окончательная шина, напечатанная на 3D-принтере с использованием CAD/CAM. Отчет о клиническом случае, иллюстрирующий движения костей и моделирующий изменения мягких тканей, был составлен и обсужден с пациентами. При необходимости вносили коррективы в хирургические движения. Ортогнатическая хирургия

Ортогнатическая операция проводилась под общей анестезией. Хирургический план был перенесен в операционную в последовательности «сначала верхняя челюсть» Первоначально была открыта верхняя челюсть, а индивидуальный направитель пассивно позиционировался с помощью анатомической посадки и фиксировался к кости четырьмя 2,0-мм винтами. Отверстия для индивидуального титанового имплантата были предварительно просверлены, а линии остеотомии по Ле Фор I отмечены пьезоэлектрической пилой. После удаления направителя остеотомии были завершены, выполнен нижний перелом и мобилизована верхняя челюсть. После устранения костных интерференций персонализированную пластину фиксировали винтами 1,5 мм в соответствии с предварительно просверленными отверстиями пассивным способом. После закрытия раны



была проведена стандартная двусторонняя сагиттальная остеотомия (СДСО), а окончательная шина, напечатанная на 3D-принтере, была лигирована проволокой к верхним брекетам. Фрагмент нижней челюсти с зубом теперь помещали в окончательную шину, и остеосинтез выполняли с помощью одной или двух стандартных минипластин с четырьмя отверстиями. Послеоперационное лечение

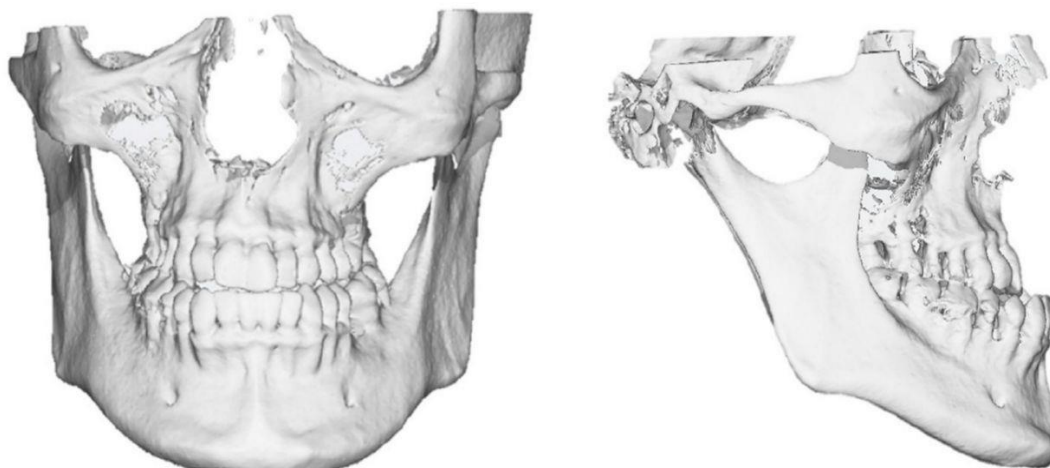
На следующий день после операции накладывали светопроводящие эластики для поддержания послеоперационной нервно-мышечной адаптации. Больных переводили на щадящую диету на 4 недели. Хирургическую пластину носили в течение 2–3 недель, чтобы обеспечить ведение нижней челюсти в этой фазе нестабильной послеоперационной окклюзии. Его временно снимали и еженедельно тщательно чистили. Через 2–3 нед пластину удаляли, а в случаях сегментарной остеотомии по Ле Фор I заменяли транспалатальной дугой (ТПД). Ортодонтическое лечение по поводу координации зубных дуг и декомпенсации зубов было начато через 2–3 недели после операции.

Полученные результаты

Представленная полная виртуальная концепция лечения пациентов, впервые прошедших хирургическое вмешательство, успешно зарекомендовала себя как рутинный рабочий процесс.

Компьютерное моделирование хирургического и ортодонтического лечения позволило виртуально спланировать необходимые скелетные движения, чтобы преобразовать зубочелюстную деформацию в соотношение скелета класса I с послеоперационной «переходной» аномалией прикуса. Эта излечимая аномалия прикуса была практически переведена в окклюзию класса I с помощью компьютерного моделирования ортодонтических движений. Эти предсказанные движения зубов были оценены ортодонтом на предмет осуществимости, и при необходимости были внесены коррективы в хирургический план.

A)



B)

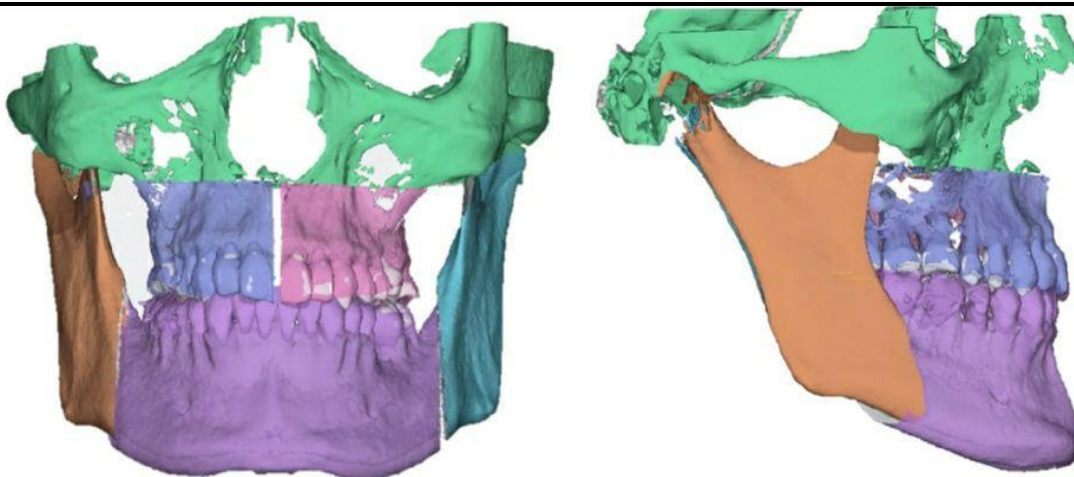


Рис. 1. Компьютерное хирургическое моделирование. Фронтальный (слева) и профильный вид (справа) виртуальной модели в предоперационной (А) и конечной (В) ситуации в первой последовательности верхней челюсти пациента III класса. Сначала была запланирована остеотомия по Ле Фор I для продвижения верхней челюсти, сегментации и коррекции срединной линии. Во вторых, двусторонняя сагиттальная остеотомия была запланирована при смещении нижней челюсти (В).

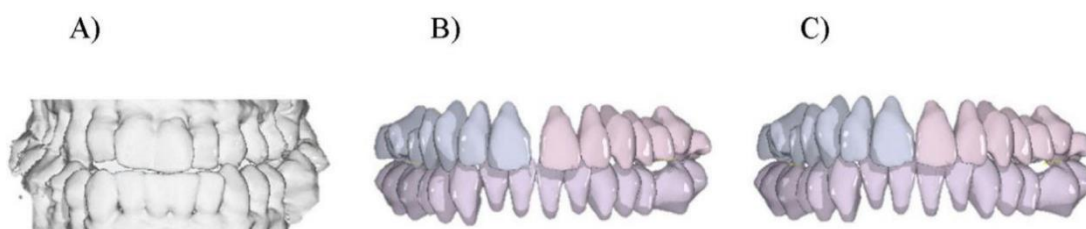


Рис. 2. Компьютерное ортодонтическое моделирование. Предоперационная окклюзия (А) была перенесена в послеоперационную окклюзию (В) путем моделирования продвижения верхней челюсти и сегментации по срединной линии, а также смещения нижней челюсти. Виртуальное моделирование окончательной постортодонтической окклюзии (С) после декомпенсации зубов и координации зубных дуг.

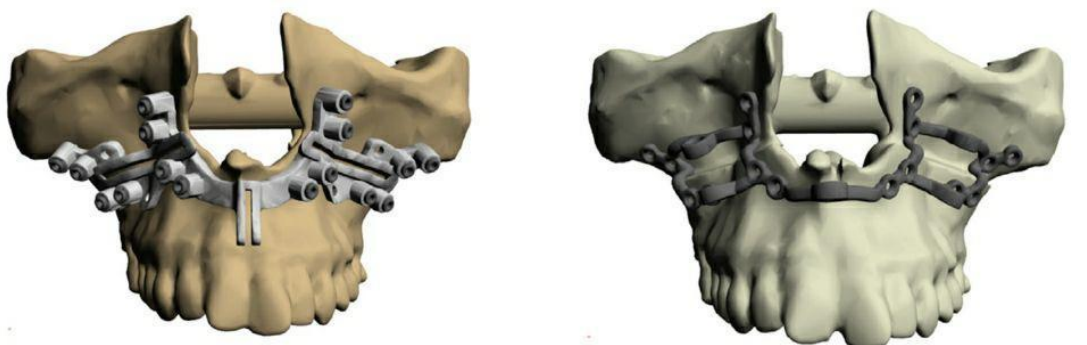


Рис. 3.

Хирургический перенос. Дополненная модель скелета средней зоны лица с виртуальным дизайном хирургического шаблона CAD/CAM (слева) для остеотомии по Ле Фор-I и индивидуального титанового имплантата (справа).

Дизайн направителя для фиксации брекетов, хирургического шаблона и индивидуального имплантата для остеотомии и позиционирования верхней челюсти, а также



распечатанной на 3D принтере окончательной шины для позиционирования нижней челюсти оказались высокоэффективными. Эти устройства были успешно применены во всех случаях, серьезных осложнений не возникло.

ОБСУЖДЕНИЕ

Зубочелюстные деформации могут иметь серьезные психосоциальные последствия, влияя на самооценку пациента и качество жизни, а также влияя на его социальный и профессиональный успех.[8,9] Комбинированное хирургическое ортодонтическое лечение может значительно улучшить функцию, лицевой баланс и уверенность в себе. пациент[9]. Тесное междисциплинарное сотрудничество между опытными ортодонтами и хирургами имеет основополагающее значение, поскольку неадекватное планирование ортодонтической или хирургической части или их координация могут привести к неблагоприятным результатам с точки зрения окклюзии, эстетики и динамики дыхательных путей.[10] Таким образом, точное планирование и рабочий процесс лечения являются основой предсказуемых и стабильных результатов лечения и удовлетворенности пациентов.

Компьютерное хирургическое моделирование (КХМ) стало неотъемлемой частью планирования ортогнатической хирургии и предлагает множество преимуществ по сравнению с традиционной хирургией с применением гипсовых моделей.[11] Цифровой трёхмерный анализ повысил точность индивидуального цефалометрического анализа как в рутинных, так и в сложных случаях зубочелюстной деформации.[12] Виртуальное планирование линий остеотомии повысило хирургическую безопасность и точность за счёт визуализации важных анатомических структур, таких как корни зубов и ход нервов.

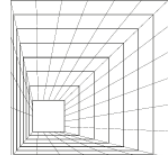
Индивидуальные направляющие для разреза пациента и трёхмерная печать хирургических пластин, а также индивидуальные имплантаты произвели революцию в переносе хирургического планирования в операционную с беспрецедентной предсказуемостью и точностью. Сообщается, что точность хирургического перехода от планирования к хирургическому результату составляет около 1 мм. Кроме того, виртуальное планирование индивидуальных имплантатов позволяет хирургам выборочно располагать и наклонять винты в областях с наибольшей толщиной кости, тем самым оптимизируя стабильность внутренней фиксации.

В традиционном ортодонтическом подходе декомпенсация предшествует хирургической коррекции челюсти. Предоперационная ортодонтия, хирургия и послеоперационная ортодонтия включают три этапа ПСО. Ортодонтическая декомпенсация, которая может быть направлена вопреки силам мягких тканей, регулярно ухудшает аномалии прикуса и может занимать много времени и особенно утомлять пациентов до тех пор, пока не будет установлена сбалансированная дооперационная окклюзия.[14] При подходе «сначала хирургия» скелетный каркас корректируется в первую очередь, что делает физиологию последующего ортодонтического выравнивания более благоприятной.[2] Таким образом, можно избежать утомительных фаз дооперационной ортодонтической декомпенсации от сил мягких тканей. Кроме того, пациент становится более гибким в выборе начала лечения.[14] Послеоперационные ортодонтические движения ускорятся на основе теории ФРУ.

Ортогнатическая хирургия вызывает повышенный оборот костной ткани в течение нескольких месяцев после операции [13] с усилением активности остеокластов, что приводит к ускоренному перемещению зубов и сокращению общего времени лечения [15].

Усиленный костный метаболизм достигает пика через 1-2 месяца после операции.[13] В метаанализе десяти сравнительных исследований Ян и соавт. сообщили о более коротком общем времени лечения 5,25 месяца с аналогичными функциональными результатами с точки зрения стабильности скелета и качества окклюзии у пациентов, впервые подвергшихся хирургическому вмешательству, по сравнению с традиционным лечением.[16]

Лечение пациентов в хирургическом подходе требует высокого уровня опыта в ортогнатическом лечении как от ортодонта, так и от хирурга, а также от тесного



сотрудничества и общения [4]. Поскольку сбалансированная окклюзия не может использоваться в качестве эталона для хирургического движения, ортодонт и хирург должны иметь высокий уровень знаний в хирургической ортодонтии, чтобы спроецировать послеоперационное положение скелетного каркаса, принимая во внимание сложные последующие движения зубов. [2,13] Величину послеоперационной декомпенсации зубов, а также степень сопутствующей авторотации нижней челюсти о время координации дуги необходимо учитывать при прогнозировании послеоперационного положения скелета.[2,13] Трёхмерное моделирование стало большим преимуществом в этот путь планирования лечения и значительно повысил предсказуемость результатов лечения, особенно у пациентов, впервые перенёвших операцию.[17] Считается, что ПСХ имеет ограниченный спектр показаний и должна применяться только в случаях с минимальной скученностью в переднем отделе, кривой Шпее от плоской до легкой и легким отклонением межрезцового угла [13]. Авторы убеждены, что виртуальное планирование ортодонтического и хирургического лечения может значительно расширить спектр показаний ПСХ.

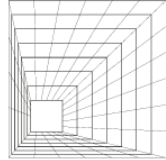
У пациентов с поперечным дефицитом верхней челюсти в сочетании с дополнительным сагиттальным или вертикальным дефицитом все трехмерные несоответствия потенциально могут быть устранены с помощью одной операции в одноэтапном подходе «сначала операция» с сегментарной остеотомией верхней челюсти по Ле Форту I. Напротив, при двухэтапном лечении поперечная недостаточность верхней челюсти лечится сначала хирургическим быстрым расширением неба (ХБРН), затем ортодонтическим лечением и второй операцией для исправления любых остаточных сагиттальных и вертикальных расхождений. Таким образом, одномоментный подход «сначала операция» с сегментарной остеотомией по Ле Форту I верхней челюсти позволяет сократить количество оперативных вмешательств.

ВЫВОД

Хирургическое ортодонтическое лечение получило огромную пользу от последних технологических разработок. Достижения в трёхмерном анализе и планировании лечения значительно расширили диапазон показаний и предсказуемость результатов лечения при хирургическом подходе. Высокий уровень мастерства в хирургической ортодонтии имеет основополагающее значение для успешного достижения целей лечения. Здесь мы представляем концепцию полностью виртуального пути лечения в хирургических случаях, включающую ортодонтическую и хирургическую симуляцию во взаимном междисциплинарном пути планирования.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Дубровин В. Н., Баширов В. И., Фурман Я. А. и др. Оптимизация хирургического доступа при проведении ретроперитонеоскопической уретеролитотомии с применением компьютерной 3D реконструкции. Экспериментальная и клиническая урология. 2013, № 4: 86–89
2. Щаденко С. В., Горбачёва А. С., Арсланова А. Р. и др. 3d визуализация для планирования операций и выполнения хирургического вмешательства (cas-технологии). Бюллетень сибирской медицины. 2014, № 4: 165–171.
3. Большаков О. П. Развитие методов и направлений анатомических исследований. СПб.: Наука, 2015.
4. Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martinez R, Peiro-Guijarro MA. Surgery first in orthognathic surgery: what have we learned? A comprehensive workflow based on 45 consecutive cases. J Oral Maxillofac Surg 2014;72:376–390.
5. Uribe F, Agarwal S, Shafer D, et al. Increasing orthodontic and orthognathic surgery treatment efficiency with a modified surgery-first approach. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2015;148:838–848.
6. Huang CS, Chen YR. Orthodontic principles and guidelines for the surgery-first approach to orthognathic surgery. Int J Oral Maxillofac Surg 2015;44:1457–1462.



7. Kim JW, Kim JC, Jeong CG, et al. The accuracy and stability of the maxillary position after orthognathic surgery using a novel computeraided surgical simulation system. *BMC Oral Health* 2019;19:18.
8. Dos Santos PR, Meneghim MC, Ambrosano GM, et al. Influence of quality of life, self perception, and self-esteem on orthodontic treatment need. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151:143–147.
9. Grewal H, Sapawat P, Modi P, et al. Psychological impact of orthodontic treatment on quality of life – a longitudinal study. *Int Orthod* 2019;17:269–276.
10. Klein KP, Kaban LB, Masoud MI. Orthognathic surgery and orthodontics: Inadequate planning leading to complications or unfavorable results. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2020;32:71–82.
11. Alkhayer A, Piffkó J, Lippold C, et al. Accuracy of virtual planning in orthognathic surgery: a systematic review. *Head Face Med* 2020;16:34.
12. Schneider D, Kämmerer PW, Hennig M, et al. Customized virtual surgical planning in bimaxillary orthognathic surgery: a prospective randomized trial. *Clin Oral Investig* 2019;23:3115–3122.
13. Choi DS, Garagiola U, Kim SG. Current status of the surgery-first approach (part I): Concepts and orthodontic protocols. *Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2019;41:10.
14. Naran S, Steinbacher DM, Taylor JA. Current concepts in orthognathic surgery. *Plast Reconstr Surg* 2018;141:925–936.
15. Liou EJ, Chen PH, Wang YC, et al. Surgery-first accelerated orthognathic surgery: postoperative rapid orthodontic tooth movement. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69:781–785.
16. Yang L, Xiao YD, Liang YJ, et al. Does the surgery-first approach produce better outcomes in orthognathic surgery? A systematic review and meta-analysis. *J Oral Maxillofac Surg* 2017;75:2422–2429.
17. Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R. On a definition of the appropriate timing for surgical intervention in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;43:846–855.
18. da Costa SO, Smeets M, Willaert R, et al. Complications following one-stage versus two stage surgical treatment of transverse maxillary hypoplasia. *J Oral Maxillofac Surg* 2021;79:1531–1539